

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 今井 朝子

本論文は「コミュニケーション・システムにおける視線・指示に関する研究」と題し、8章からなる。遠隔地を結ぶコミュニケーション・システムにおいても、対面のコミュニケーションと同じように、視線や指差しなどにより話題と話題の対象物とを短時間にわかりやすく結びつけることが求められている。しかし、現在普及している携帯電話やテレビ会議システムで使われているビデオ画像では遠隔地間の位置関係を正しく伝えることができないため、話者は自分と同じ空間内への指示は行っても、遠隔地への指示を対面の時のように行うことができない。本論文は、次世代の実空間を結ぶコミュニケーション・システムにおいて、遠隔地への指示をどのように実現すれば良いかを実験に基づいて検討し、コミュニケーション・システムにおける提示装置の設計法や評価法の確立にとって必要な視線や指示に関する知見を得ることを目的としたものである。

第1章は序論で、研究の背景を述べ、音声以外の情報を使った指示の必要性について説明し、特に顔や手を使った指示の重要性について述べて、本研究の目的と立場と意義とを明らかにしている。

第2章は「対面で顔を見て指示を知覚する実験」と題し、顔や手を使った指示を遠隔地へ伝えるためのコミュニケーション・システムを設計する際の指針を得るために、実際の人との対面での指示の知覚実験を行っている。特に、顔のみを提示する設計にした場合に、どの程度の指示能力をシステムに期待できるかを調べることを目的として実験を行い、顔のみを見て指示を知覚した場合、それを正面で見る人は平均 8.0cm の誤差を伴って指示先を知覚する、知覚結果は実際よりも指示者に近い方向に偏る、知覚は指示者から遠くなるにつれて難しくなる、すなわち、横方向への偏りは小さく、平均-0.7cm で、奥行き方向の偏りである-5.2cm の約 1/7 であることなどを実験により明らかにしている。

第3章は、「対面で顔と手を見て指示を知覚する実験」と題し、第2章で得られた指示能力を向上させる手段として、顔に手の情報を付け加える実験について述べている。実物大の顔と手の情報を提示するコミュニケーション・システムは、顔のみを提示する設計のシステムに比べて複雑になることから、手の情報を付け加えてシステムを複雑化させることによって、どのような効果があるのかの検討が重要である。そのため、顔と手の情報の両方を提示することによる指示能力の向上を、実際の人との対面の場合との比較で調べている。その結果、顔と手を見て指示を知覚した場合、それを正面で見る人は平均 7.6cm のエラーを伴って知覚し、指示者の横方向への偏りが大きく平均-4.3cm で、奥行き方向の偏りである-0.8cm の約 5 倍であったとしている。すなわち、知覚精度と知覚方向依存性の個人差のばらつきが減少するものの、知覚精度の平均値は、手の情報を付け加えても向上しないという知見を得ている。また、顔と手を見て指示を知覚した場合のエラーの主な原因は、指示を行う人が提供している情報と、指示を見る人が使っている情報との間に食い違いがあるためであることを明らかにしている。実際のターゲットは、指示を行う人の眼と指先を結ぶ直線上にあるにもかかわらず、指示を見る人は、指の向きを延長した先にターゲット

トを探していたという。

第4章は「対面で手を見て指示を知覚する実験」と題し、手のみを見て指示を知覚する実験を行っている。第3章の実験の結果、顔に手の情報を付け加えて指示を行っても、指示能力の向上はほとんど見込めないことがわかったが、指示を知覚する際に用いる手掛かりが異なっていることが示唆されていたため、第4章では指示に使われた手掛かりを調べるための手のみの指示の実験を行っている。その結果、手のみの指示では、方向依存性のパターンが手と顔を使った指示の場合と酷似するが、知覚精度は両者に比べ劣るという結果を得ている。これらのことから、顔のみの提示では視線情報で判断するが、顔と手が表示されると手の情報を主として、それに視線の情報を加えて判断すると推論している。

第5章は「モノスコーピック画像で提示する顔を見て指示を知覚する実験」と題し、顔のみの情報を提示しても顔と手の両方の情報を提示しても指示能力に大きな改善はみられないことから、顔のみの情報を遠隔地へ伝える実験を行っている。本章では最もシンプルなシステム設計の検討を行うために、フラット・ディスプレイにモノスコーピック画像を表示して指示する実験を行い、対面状態再現率を定義し、実際の人が対面して指示した場合と比較した結果、平均61パーセントの再現に留まったとしている。

第6章は「ステレオ画像で提示する顔を見て指示を知覚する実験」と題し、顔をステレオ画像を用いて提示する実験を行いその結果について考察している。ステレオ画像を用いた場合の実験から、撮影用のカメラのカメラ間距離と人間の眼間距離との差が3mmを超えるとモノスコーピック条件よりも精度が低下する場合もあることが分かり、設計としてカメラ間距離を個人に合わせるものが最適であり、その場合に平均対面状態再現率が66パーセントになるとしている。また、個人最適化ができない場合の設計指針としては、想定される使用者の最も狭い人の間隔（目安としては60mm）に合わせて撮影カメラの眼間距離を決めるのが良い。また、ステレオで実際の対面に達しない要因を調べるべく、対面条件で使用者の頭部運動を拘束したところ平均対面状態再現率が70パーセントとなったことから、画像による寄与が、61パーセント、両眼視差と輻輳によるステレオ視の効果が5パーセント、使用者の頭部運動による運動視差によるステレオ視効果が30パーセント、残りの4パーセントが、その他の要因であり、水晶体調節や対面の人物が動くことなどの効果と考えられることを述べている。

第7章は「モデル化された指を使った実験」と題し、第4章の実験の結果、顔と手の両方を提示すると人は手に注目することが分かったため、指をモデル化した棒を用いて指示を行う実験を行ったところ、棒で置き換えられた指を見て指示を知覚した場合の対面状態再現率は77%であり、眼間距離のあったステレオ画像よりも効果があるとしている。

第8章は「考察と結論」で本研究の結果を考察し、まとめている。

以上これを要するに、実空間を結ぶ遠隔コミュニケーションにおける対象物を指示するためのヒューマン・インタフェースとして重要な視線と指による指示を人間がどのように知覚するかを、実際の対面状態との比較から計測し、遠隔コミュニケーション・システム設計のための指針を得て、新しいインタフェース設計のための視線と指示の活用への方向を示したものであって、システム情報学、人工現実感工学に資するところ大である。

よって本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。